

Merkblatt betreffend Hinweise zur Verminderung von Geräuschemissionen durch Wärmeerzeuger in Heizungsanlagen

Dieses Informationsblatt gibt Hinweise zur Planung sowie Ausführung von Gebäuden und Heizungsanlagen und zur Geräuschminderung an bestehenden Anlagen.

1. Einleitung

Beim Betrieb eines Wärmeerzeugers entsteht Luft- und Körperschall. Diese werden vom Heizraum über Boden, Decken und Wände in die Nachbarräume und über die Abgasanlage sowie Schächte auch in andere Räume und ins Freie übertragen (Abbildung 1). Die Folge können Geräuschbelästigungen in der Wohnung und sogar beim Nachbarn durch Abgasgeräusche an/aus der Mündung der Abgasanlage sein. Deshalb ist bereits in der Planungsphase eine Zusammenarbeit zwischen dem Architekten, dem Bauherren und dem Planer/Fachingenieur sowie dem Ersteller der Heizungsanlage zu empfehlen.

Der Luftschall entsteht überwiegend durch den Verbrennungsvorgang und wird durch Abstrahlung von Brenner, Kessel und Abgasführung übertragen. Die Verbrennungsgeräusche können durch Resonanzerscheinungen verstärkt werden, da die Abgassäule im Heizkessel und der Brennraum (Feuerraum) zusammen mit der Abgasanlage ein schwingungsfähiges System darstellt.

Der Körperschall entsteht durch mechanische Schwingungen der Wärmeerzeugeranlage und wird in festen Körpern, also Fundamenten, Wänden, Fussböden sowie in den Wandungen der Abgasanlage weitergeleitet. Er wird durch Abstrahlung von den Begrenzungsflächen in Luftschall umgewandelt und dadurch hörbar.

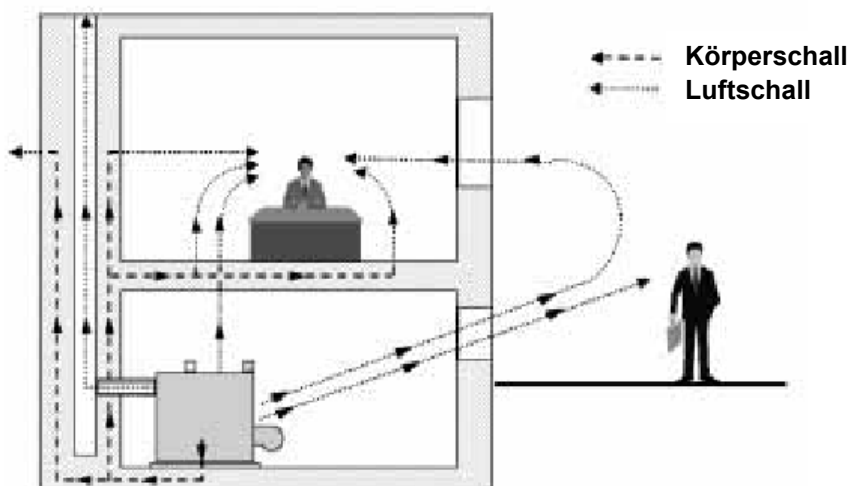


Abb. 1: Übertragungswege von Luft- und Körperschall

2. Schalltechnische Grundlagen und Begriffe

Nachstehend eine kurze Erläuterung der wichtigsten schalltechnischen Grundlagen und Begriffe, die im weiteren Informationsblatt verwendet werden. [3]

2.1 Schall

Schall sind mechanische Schwingungen und Wellen in elastischen Medien wie festen Körpern (Körperschall), Luft (Luftschall) und Flüssigkeit (Flüssigkeitsschall). Von Bedeutung beim Betrieb von Heizungen sind Luft- und Körperschall.

Jede Art von Schall, durch den Menschen z. B. gestört oder belästigt werden, wird als Lärm bezeichnet.

2.2 Frequenz

Die Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde, die in der Einheit Hz (Hertz) angegeben wird. Das menschliche Ohr nimmt Schwingungen von ca. 16 Hz (tiefe Töne) bis ca. 16 000 Hz (hohe Töne) wahr.

2.3 Geräusch

Als Geräusch wird Schall bezeichnet, der aus vielen Tönen beliebiger Frequenzen besteht.

2.4 Schalldruck und Schalldruckpegel

Beim Schalldruck handelt es sich physikalisch um Schwankungen des Luftdrucks und somit um Druckwellen. Gemessen wird der Schall in der Einheit μbar (mikrobar = 1 Millionstel bar).

Das menschliche Ohr reagiert auf eine sehr grosse Bandbreite von Schalldrücken, die zwischen Hörschwelle ($2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$) und Schmerzgrenze ($2 \times 10^2 \mu\text{bar}$) liegen. In der Praxis wird der Schalldruck nicht in μbar , sondern als Schalldruckpegel in Dezibel (dB) angegeben. Von Bedeutung ist der Bereich bis 120 dB.

2.5 Bewerteter Schalldruckpegel

Die Empfindlichkeit des Ohres ist nicht bei allen Frequenzen gleich. So werden bei gleichem Schalldruckpegel tiefe und ganz hohe Töne leiser empfunden als mittlere Töne. In Hörversuchen wurde der Schalldruckpegel tiefer und hoher Töne solange variiert, bis eine gleiche Lautstärke empfunden wurde wie bei einem Ausgangston von 1000 Hz. Auf diese Weise wurden „Kurven gleichen Lautstärkeempfindens“ festgelegt. Die gemessenen Schalldruckpegel werden nach einem festgelegten Verfahren bewertet. Von Bedeutung ist die A-Bewertung mit der Einheit dB(A). In der Praxis, z. B. bei schallmindernden Massnahmen, ist deshalb nicht der gemessene Schalldruckpegel entscheidend, sondern das tatsächliche Lautstärkeempfinden bei den unterschiedlichen Frequenzen.

2.6 Gesamtschalldruckpegel

Das Addieren einzelner Schalldruckpegel verschiedener Schallquellen ist falsch, um den Gesamtschalldruckpegel zu erhalten. Hierzu sind logarithmische Berechnungen erforderlich, auf die aber vielfach in der Praxis verzichtet werden kann.

- Bei zwei gleich lauten Schallquellen liegt der Gesamtschalldruckpegel 3 dB über den Schalldruckpegeln der einzelnen Schallquellen.

Beispiel: Schallquelle 1 mit 60 dB plus Schallquelle 2 mit 60 dB ergibt einen Gesamtschalldruckpegel von 63 dB.

- Der Gesamtschalldruckpegel wird hauptsächlich vom Schalldruckpegel der lautesten Schallquelle bestimmt. Ein zusätzliches schwächeres Geräusch, das mehr als 10 dB unter der lautesten Schallquelle liegt, führt zu keiner merklichen Steigerung des Gesamtschalldruckpegels.

Beispiel: Schallquelle 1 mit 75 dB plus Schallquelle 2 mit 60 dB ergibt einen Gesamtschalldruckpegel von unter 76 dB.

- Eine Erhöhung des Gesamtschalldruckpegels um 10 dB wird etwa als Verdoppelung der Lautstärke wahrgenommen; eine Verminderung um 10 dB bedeutet eine Halbierung der empfundenen Lautstärke.

2.7 Schalleistung und Schalleistungspegel

Die Schalleistung ist die als Luftschall abgegebene akustische Leistung in der Einheit Watt oder als Schalleistungspegel in dB. Die Schalleistung kann nicht direkt gemessen werden, sondern wird nach einem speziellen Verfahren aus den gemessenen Schalldrücken berechnet.

Der Schalleistungspegel ist für akustische Berechnungen erforderlich und dient zum Vergleich unterschiedlicher Schallwerte. Siehe auch Kapitel 4.

2.8 Schutzbedürftige Räume im Hochbau

Nach SIA 181 [2] werden die dem Stand der Technik entsprechenden Schallanforderungen in schutzbedürftigen Räumen definiert. Abweichende Forderungen sind vertraglich separat zu vereinbaren. Die zulässigen A-Schalldruckpegel werden in Abhängigkeit der Lärmempfindlichkeit des Raumes, dem Grad der Störung, Einzelgeräusch oder Dauergeräusch sowie Tag oder Nacht festgelegt. Für Heizungsanlagen (Dauergeräusch, auch Nachts, Geräusch ohne Ton- und Impulsgehalt) und für Räume mit mittlerer Lärmempfindlichkeit gelten als Richtwert:

- Wohn- und Schlafräume 30 dB(A)
- Unterrichts- und Büroräume 35 dB(A)

3. Massnahmen zur Geräuschminderung

Eine optimale Lösung setzt voraus, dass von Planungsbeginn bis zur Inbetriebnahme der Anlage eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Architekten, dem Bauherren und dem Planer/Fachingenieur sowie dem Ersteller der Heizungsanlage besteht.

3.1 Planung der Gebäude

Bei der Planung des Heizraumes und der Abgasführung sind besonders die nachfolgend beschriebenen Hinweise zu beachten. Schallübertragungen in schutzbedürftige Räume können damit begrenzt werden. Versäumnisse sind nachträglich nur sehr aufwendig oder nur bedingt zu beheben.

3.1.1 Planung allgemein

Es ist zu klären, welche gesetzlichen Anforderungen an den Schallschutz bestehen. Werden vom Bauherren höhere Anforderungen gestellt, müssen diese gesondert vereinbart und festgelegt werden. Diese Forderungen können nur mit einem erhöhten Kostenaufwand erfüllt werden.

3.1.2 Lage des Heizraumes und der Abgasanlage

- Der Heizraum und die Abgasanlage sollten nicht an schutzbedürftige Räume angrenzen und baulich nicht mit diesen verbunden sein.
- Lüftungsöffnungen und Mündungen von Abgasanlagen müssen so angeordnet sein, dass auf fremde oder zum Gebäude gehörende schutzbedürftige Räume keine unzumutbaren Geräusche einwirken.

Können diese Anforderungen nicht eingehalten werden, so ist mit zusätzlichen Schallschutzmassnahmen zu rechnen.

3.1.3 Bauliche Ausführung des Heizraumes

- Die Luftschalldämmung ist um so besser, je höher die Masse der Wände und Decken ist. Bei tieferen Frequenzen wirkt sich jedoch eine höhere Masse in bezug auf den Schallschutz weniger aus.
- Gemauerte Wände mit Ausnahme von Sichtmauerwänden müssen mindestens einseitig vollflächig verputzt werden.

- Es sollten Türen mit möglichst hoher Masse und guter Abdichtung auch im unteren Bereich verwendet werden.
- Bei höheren Anforderungen an den Schallschutz ist zu prüfen, ob der Heizraum vom Wohngebäude räumlich oder durch Fugen getrennt werden kann, um die Körperschallübertragung zu vermindern.

3.2 Planung von Heizungsanlagen

Beim Betrieb von Heizungen ist der Körper- und Luftschall von Bedeutung.

3.2.1 Körperschalldämmung

Die Ausbreitung von Körperschall kann durch folgende Massnahmen reduziert werden:

- Körperschalldämmende Unterbauten am Wärmeerzeuger sind bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Ein nachträglicher Einbau hat Änderungen an den Anschlussrohrleitungen zur Folge.
- Unterbauten sind unter Berücksichtigung des Lastschwerpunktes nach dem Betriebsgewicht, also einschliesslich Brenner, Wasserinhalt und zusätzlichen Lasten auszulegen (vollflächige Gummi- oder Korkunterlagen sind nicht geeignet).
- Eine Körperschalltrennung zwischen dem Abgasstutzen des Wärmeerzeugers, dem Verbindungsstück und dem Bauwerk kann durch eine akustische Entkoppelung erfolgen (z. B. Gewebeband, Kompensator).
- Abstützungen und Aufhängungen sind vom Bauwerk schalltechnisch zu entkoppeln, wobei die Längsdehnung nicht behindert werden darf.

3.2.2 Luftschalldämmung

Die Komponenten einer Wärmeerzeugeranlage bestehend aus Heizkessel, Brenner sowie Abgasanlage passen so zueinander, dass in der Regel keine zusätzlichen Massnahmen zur Luftschalldämmung erforderlich sind. Dabei wird die Bemessung der Abgasanlage nach DIN 4705 durchgeführt, wobei sich der für den Wärmeerzeuger erforderliche Mindestquerschnitt ergibt. Das Anfahrverhalten eines Brenners wird von der DIN 4705 jedoch nur pauschal berücksichtigt. Dies kann bei Anlagen mit geringer Druckreserve gelegentlich zu Resonanz- und Geräuscherscheinungen (evtl. auch zu Funktionsstörungen) führen. Um dies zu vermeiden, ist auf einen ausreichend grossen Querschnitt der Abgasanlage zu achten.

Besonders kritisch können sich Anlagen mit folgenden Merkmalen verhalten:

- Langes Verbindungsrohr
- Mehrere Umlenkungen
- Sprunghafte Reduzierung des Querschnittes des Verbindungsrohres am Kesselstutzen

Deshalb werden folgende Massnahmen empfohlen:

- Das Verbindungsrohr ist vom Wärmeerzeuger leicht steigend mit möglichst wenigen Umlenkungen auszuführen. Die gesamte Baulänge des Verbindungsrohres soll 1/4 der wirklichen Auftriebshöhe nicht überschreiten.
- Notwendige Querschnittsreduzierungen im Verbindungsrohr sollten nicht direkt nach dem Abgasstutzen des Wärmeerzeugers, sondern strömungstechnisch günstig kurz vor der Einmündung in den senkrechten Teil der Abgasanlage erfolgen.
- Gemäss BUWAL müssen Abgase ungehindert vertikal nach oben ins freie austreten können. Kaminaufsätze sind in der Regel nicht zulässig. Zudem könnten Aufsätze als Reflektor wirken und Verbrennungsgeräusche in schutzbedürftige Räume und an die Umgebung übertragen.

- Auswahl und Einbauort der Nebenluftvorrichtung nach Angaben des Herstellers. Ist ein Abgasschalldämpfer vorhanden, so muss die Montage der Nebenluftvorrichtung dahinter erfolgen.

Bei Feuerungen, die im Überdruck betrieben werden, sollte bei der Auslegung der Abgasanlage der maximal zur Verfügung stehende Förderdruck nicht voll genutzt werden, damit keine zu hohen Abgasgeschwindigkeiten auftreten.

Bei höheren Schallschutzanforderungen sind folgende Massnahmen zusätzlich zu empfehlen:

- Einsatz eines Abgasschalldämpfers. Eine wirksame Dämpfung erfordert Abgasschalldämpfer mit gewisser Länge. Deshalb ist bei der Planung der Platzbedarf und der zusätzliche Druckverlust zu berücksichtigen.
- Einsatz einer Brennerschalldämmhaube nach Abstimmung mit dem Kessel und/oder Brennerhersteller.

3.3 Lärminderung an bestehenden Anlagen

Sind Geräuschbelästigungen durch Heizungen vorhanden, so ist eine Analyse der bestehenden Situation unter der in Abschnitt 3.1 und 3.2 beschriebenen Hinweise erforderlich, um akustische Verbesserungen planen und durchführen zu können.

Geräuschprobleme können auftreten:

- im Heizraum
- in angrenzenden benachbarten Räumen zur Abgasanlage und dem Heizraum
- im Aussenbereich des Gebäudes

3.3.1 Massnahmen zur Lärminderung im Heizraum

- Überprüfung und ggf. Änderungen gemäss der in Abschnitt 3.1.2, 3.1.3, 3.2.1 und 3.2.2 genannten Hinweise
- Überprüfung des Betriebsverhaltens vom Gebläsebrenner und ggf. Änderung der eingestellten Wärmeleistung im Rahmen des vom Kesselhersteller angegebenen Bereiches unter Berücksichtigung des Gebäudewärmebedarfs
- Nachträgliche Ummantelung des Verbindungsrohres
- Schallabsorbierende Auskleidung frei zugänglicher Decken- und/oder Wandflächen des Heizraumes (Brandschutz beachten)
- Einsatz einer Brennerschalldämmhaube nach Abstimmung mit dem Kessel und/oder Brennerhersteller

3.3.2 Massnahmen zur Lärminderung in benachbarten Wohnräumen zur Abgasanlage

- Überprüfung und ggf. Änderungen gemäss der in Abschnitt 3.1.2, 3.1.3, 3.2.1 und 3.2.2 genannten Hinweise
- Dehnungsausgleich schaffen
- Einbringen von Dämmschalen zwischen Schachtwange und abgasführender Innenschale
- Einsatz einer Innenschale ohne Berührungskontakt zum Schacht

3.3.3 Massnahmen zur Lärminderung von Mündungsgeräuschen

- Überprüfung und ggf. Änderungen gemäss der im Abschnitt 3.1.2, 3.1.3, 3.2.1 und 3.2.2 genannten Hinweise
- Überprüfung der Einstellung und des Betriebsverhaltens des Gebläsebrenners

- Änderung der eingestellten Wärmeleistung im vom Kesselhersteller vorgegebenen Bereich unter Berücksichtigung des Gebäudewärmebedarfs
- Erhöhung der vorhandenen Abgasanlage
- Einbau eines Abgasschalldämpfers, der vorzugsweise unmittelbar hinter dem Wärmeerzeuger installiert wird und entsprechend den Betriebsbedingungen der Feuerungsanlage (Unter-/Überdruck; trocken/nass) geeignet sein muss.
- Einbau einer Nebenluftvorrichtung im Heizraum. Bei dieser Massnahme ist das evtl. höhere Geräusch im Heizraum zu beachten.

4. Allgemeine Hinweise

Reichen vorgenannte Massnahmen zur Lärminderung nicht aus, so ist eine Geräuschmessung nach DIN 45 635 sinnvoll, die Aufschluss über das weitere Vorgehen gibt, wobei in vielen Fällen nur empirische Wege zum Erfolg führen.

Zur Bestimmung des Heizungsgeräusches bietet die SUVA-Informationsschrift "Schalleistung und Abnahmemessung", Bestell-Nr. 66027.d, eine sehr übersichtliche und leicht verständliche Anleitung.

Alle nachträglichen Massnahmen, die sich auf die Funktion der Abgasanlage auswirken, erfordern eine Neuberechnung nach DIN 4705. Änderungen an der Abgasanlage sind mit der zuständigen Behörde abzusprechen.

Anhang

Literatur, Normen und Richtlinien:

- [1] SKAV-Richtlinien
- [2] SIA 181: Schallschutz im Hochbau
- [3] Schmidt, Dr. Helmut: Schalltechnisches Taschenbuch, 5. Auflage, 1996
- [4] VdZ-ZIV - Merkblatt: Abstimmung Wärmeerzeuger - Abgasanlage, 4. Auflage, März 1997
- [5] DIN 4705: Feuerungstechnische Berechnung von Schornsteinabmessungen
- [6] DIN 45 635: Geräuschmessung an Maschinen (speziell Teil 47 für Abgasgeräusche)
- [7] VDI 2715: Lärminderung an Warm- und Heisswasser-Heizungsanlagen
- [8] LSV Lärmschutzverordnung des Bundes
- [9] ISO 3741 ... ISO 3747

Quellennachweis:

Informationsblatt Nr. 10, Nov. 1997, des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie BDH